

## OPTIMALIZÁCIA KONŠTRUKCIE OCEĽOVÝCH LÁNA ICH ŽIVOTNOSŤ

*Ján Boroška<sup>1</sup>*

**Kľúčové slová:** oceľové lano, konštrukcia, optimalizácia, životnosť, zaťaženie, únavová skúška

### **Abstrakt:**

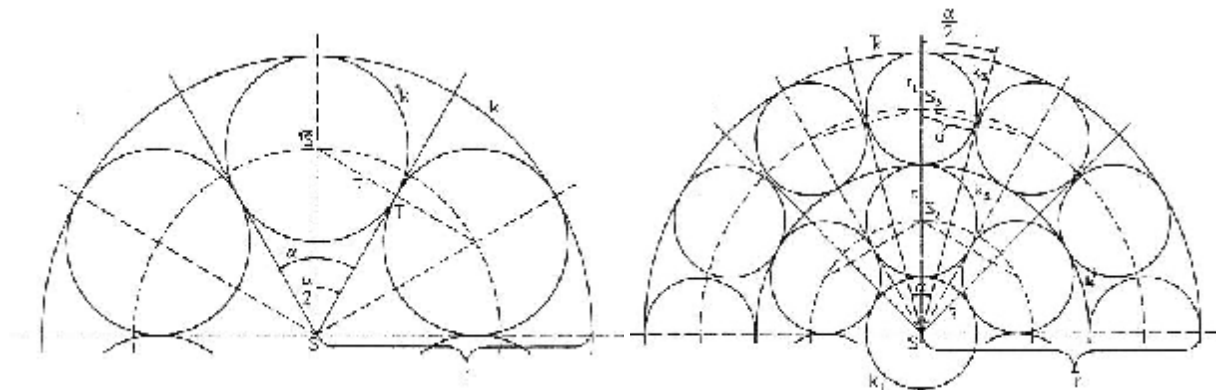
Životnosť oceľových lán používaných na rôznych zariadeniach a v rôznych priemyselných odvetviach je predmetom ako teoretických úvah tak i experimentálnych výskumov. Ovpľyňujú ju rôzne činitele, jedným z najdôležitejších je konštrukcia oceľového lana. Táto ovplyvňuje najmä veľkosť kovového prierezu oceľového lana, od ktorého závisí jeho merné zaťaženie. Využitím výpočtovej techniky bol tento nosný prierez pre niektoré konštrukcie optimalizovaný. Následne boli vykonané únavové skúšky, ktorých výsledky potvrdili zvýšenie životnosti oceľových lán s nižším merným zaťažením, ktoré je závislé od veľkosti nosného prierezu oceľového lana.

### **1. Úvod**

Dôležitým parametrom oceľových lán najmä z hľadiska užívateľa je jeho nosnosť. Táto je závislá od nosného prierezu oceľového lana a menovitej pevnosti drôtov, z ktorých je lano vyrobené [1]. Veľkosť nosného prierezu závisí od geometrickej stavby lana a jeho prameňov, od počtu a usporiadania drôtov v jednotlivých vrstvách prameňov a tiež od priemeru drôtov použitých k výrobe oceľového lana i medzier medzi drôtmi a prameňmi [3,6]. Vychádzajúc z tejto úvahy sme sa zamerali na výpočet základných parametrov oceľových lán s cieľom stanoviť také usporiadanie drôtov v prameni a prameňov v lane, ktoré predstavuje najväčšiu plochu nosného prierezu pre daný priemer lana.

### **2. Postup výpočtu optimálnych parametrov oceľového lana**

K výpočtu parametrov oceľového lana boli použité vzťahy sovietskych autorov Žitkova a Pospěchova [6]. Na Obr. 1 je prierez šesťpramenného lana a prameňa so základnými rozmerovými parametrami, z ktorého sme pri riešení optimálnej konštrukcie lana vychádzali [2].



**Obr. 1** Prierez lanom a prameňom

<sup>1</sup> prof. Ing. Ján Boroška, CSc. Fakulta BERG TU v Košiciach, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, Park Komenského 14, 043 84 Košice, Slovensko, Tel.: +421 55 602 28 13, e-mail: [jan.boroska@tuke.sk](mailto:jan.boroska@tuke.sk)

Postup výpočtu najmä v prípade alternatívnych riešení je pomerne zložitý a zdĺhavý, preto sme využili výpočtovú techniku. Program pre výpočet bol spracovaný na základe nasledujúcich predpokladov [4] :

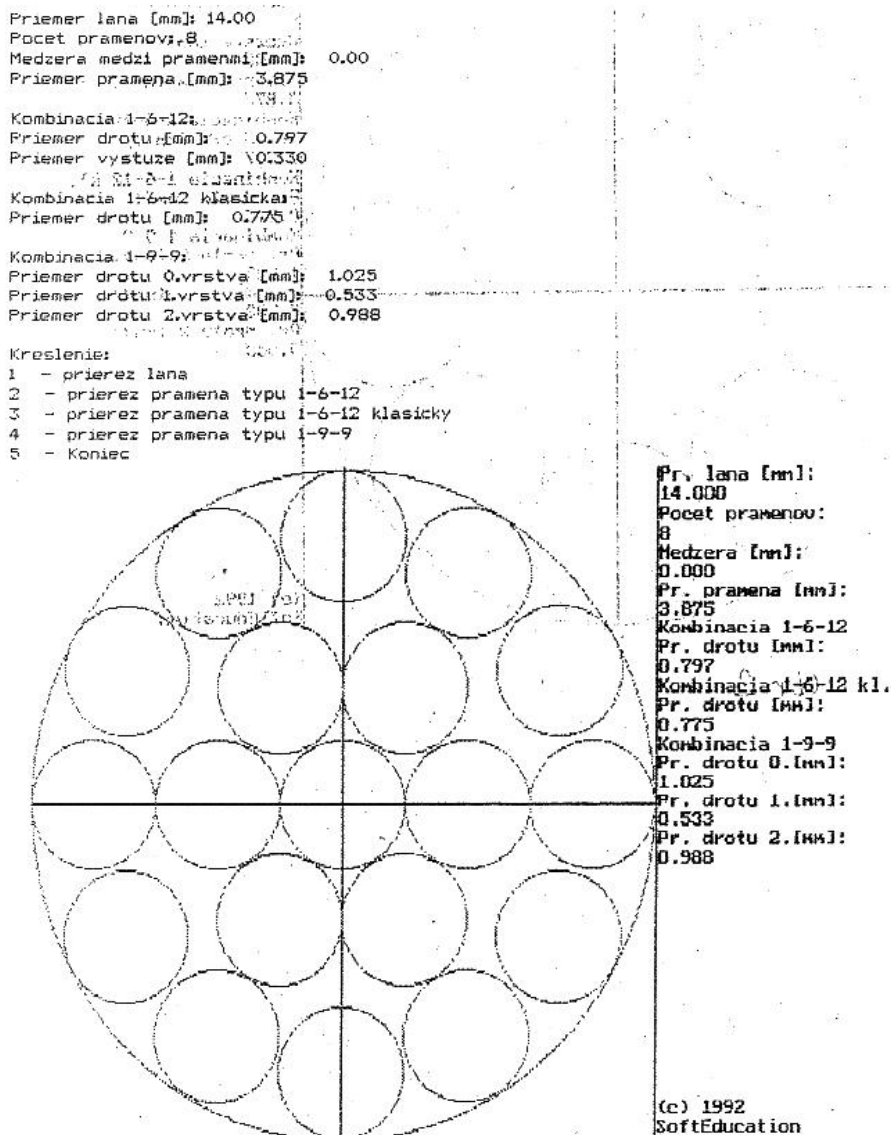
- je daný priemer lana, počet prameňov v lane a konštrukčná stavba prameňa ( počet vrstiev drôtov a počet drôtov vo vrstve ),
- je daná závislosť medzi priermi drôtov v jednotlivých vrstvách prameňa,
- sú dané medzery medzi prameňmi a medzery medzi drôtmí vo vrstve i medzi vrstvami,
- poznáme počet drôtov vo vrstvách prameňa alebo je daná závislosť medzi počtom drôtov v jednotlivých vrstvách prameňa,
- prierez prameňa i drôtov rezom kolmým na os lana alebo prameňa uvažujeme kruhový, resp. eliptický.

I keď elipsa je bližšia skutočnému tvaru rezu drôtov, resp. prameňov, vzhľadom na minimálne rozdiely vo výsledkoch a i skutočnosť, že v platných STN sú uvažované v reze konštrukcií oceľových lán kružnice, výpočty a tým i optimalizácia konštrukcií bola realizovaná použitím programov pre kružnicu vo dvoch oblastiach :

- výpočet parametrov konštrukcií oceľových lán zodpovedajúcich existujúcim STN,
- výpočet parametrov novonavrhaných konštrukcií oceľových lán.

### 3. Výsledky

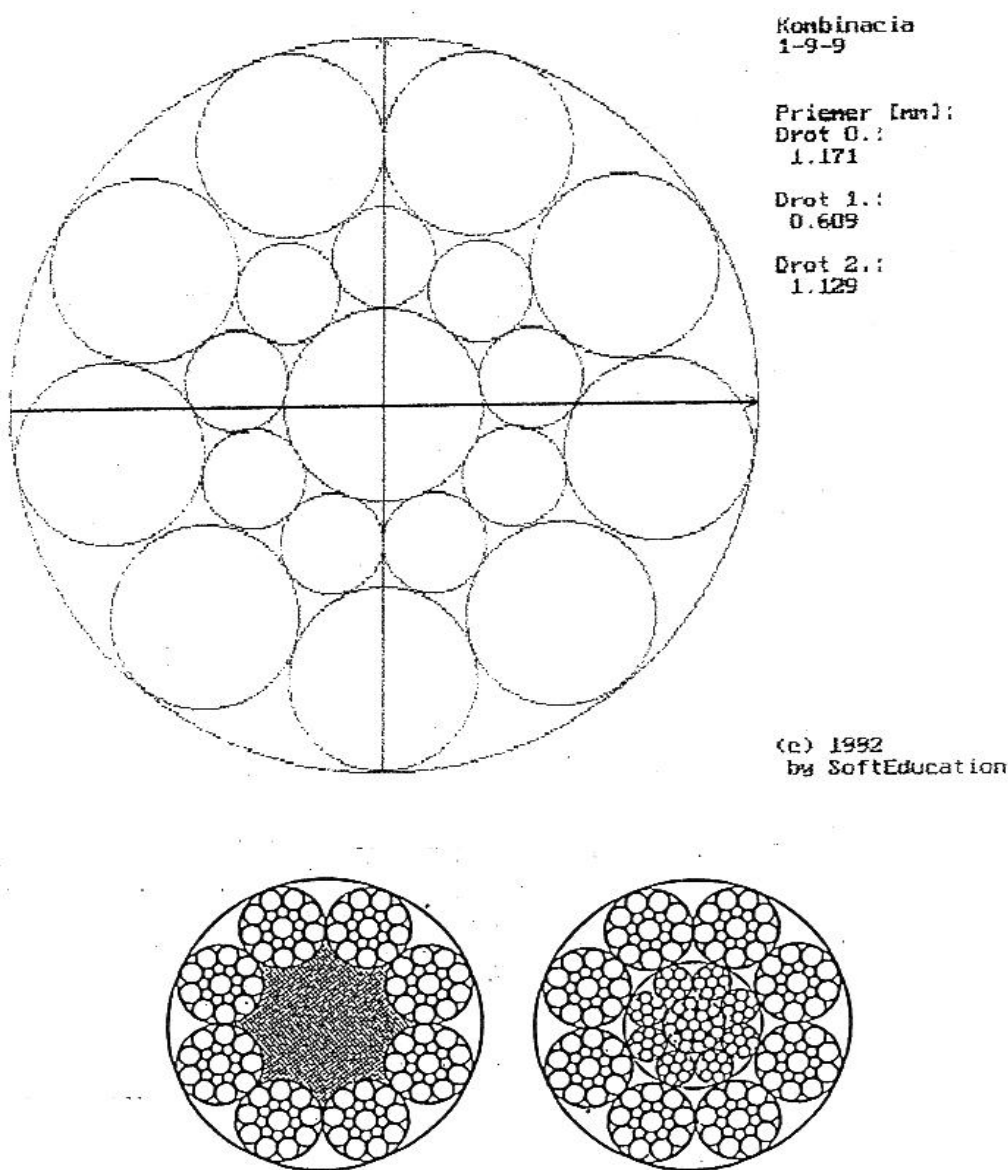
Pri výpočte parametrov oceľových lán sme sa zamerali na konštrukcie oceľových lán, s ktorými sa u užívateľov stretávame najčastejšie – sú to konštrukcie klasické a súbežné. Výstupy z počítača bolo možné voliť grafické alebo číslkové, najvhodnejším sa ukázal výstup kombinovaný. Príklad takéhoto výstupu je na Obr. 2 [2].



Obr. 2 Kombinácia grafického a písomného výstupu

Graficky je v tomto prípade zobrazený prierez prameňa klasickej konštrukcie, je ale možný výstup 4 rôznych prierezov, písomne uvádzaných v texte obrázku. Vypočítané priemery drôtov sú pre lano klasickej konštrukcie  $6(1 + 6 + 12) + v$  i pre lano súbežnej konštrukcie SEAL  $6(1 + 9 + 9) + v$ .

Z novo navrhovaných konštrukcií uvádzame príklad 8-pramenného lana súbežnej konštrukcie typu SEAL  $8(1 + 9 + 9) + v$ , jeho prierez i priemery drôtov v jednotlivých vrstvách sú na Obr. 3 [2].



**8x19 S**

**Obr. 3** Prierez prameňom 8-pramenného lana s priemermi drôtov vo vrstvách

Takéto lano bolo neskôr vyrobené v Drôtovní Hlohovec, priemery drôtov boli ale upravené podľa výrobných možností. Porovnanie parametrov 6-pramenného súbežného oceľového lana SEAL podľa STN [7], parametrov vypočítaného 6-pramenného súbežného oceľového lana SEAL a parametrov 8-pramenného lana SEAL vypočítaného a vyrobeného je v Tab. 1 [2].

#### 4. Záver

Z údajov v tabuľke je zrejmé, že 6-pramenné lano SEAL s vypočítanými parametrami má pri rovnakom priemere vyšší nosný prierez a tým i nosnosť. Nosnosť lana je vyššia o 8,7 %. Najmä nosnosť je pre užívateľa dôležitým parametrom a táto výhoda mu umožňuje zvýšiť hmotnosť užitočného zaťaženia alebo pri zachovaní rovnakej bezpečnosti použiť lano menšieho priemeru, ktorého cena je nižšia.

Vypočítaný prierez a nosnosť 8-pramenného lana je približne na úrovni lana 6-pramenného, vyrobené 8-pramenné lano sa prierezom i nosnosťou blíži lanu 6-pramennému. Ich výhodou je ale omnoho vyššia životnosť, únavovými skúškami bol dosiahnutý až dvojnásobný počet zaťažovacích

cyklov. Výrobcovia lán v zahraničí používajú k výrobe lana vypočítané priemery drôtov, u nás výrobca použil priemery drôtov podľa platnej STN. Využitím výpočtovej techniky je možné dosiahnuť optimálne parametre oceľového lana.

**Tab. 1 Porovnanie parametrov oceľových lán**

Lano	STN	Lano	Lano	Lano
Parameter	6 prameňov	vypočítané 6 prameňov	vypočítané 8 prameňov	vyrobené 8 prameňov
Priemer lana v mm	16,0	16,0	16,0	16,5
Priemer prameňa v mm	-	5,33	4,42	4,65
Priemer drôtov v mm				
$\delta_1$	1,60	1,35	1,18	1,40
$\delta_2$	0,71	0,72	0,60	0,63
$\delta_3$	1,25	1,39	1,12	1,12
Priemer vložky v mm	10,00	-	-	10,50
Plocha opísanej kružnice v mm <sup>2</sup>	201,06	201,06	201,06	213,70
Nosný prierez lana v mm <sup>2</sup>	99,71	108,37	100,04	105,69
Využitie prierezu v %	49,59	53,90	49,76	49,46
Nosnosť lana pri menovitej pevnosti v kN				
$\sigma_m$ 1570 MPa	156,50	170,10	157,10	165,90
$\sigma_m$ 1770 MPa	176,50	191,80	177,10	187,10
$\sigma_m$ 1970 MPa	195,40	212,40	196,10	207,10

Článok je súčasťou riešenia grantového projektu VEGA 1/0864/10 s názvom "Návrh modelu integrovaného dopravného systému nerastných surovín riadeného informačným systémom s implementáciou zelenej logistiky", VEGA 1/0095/10 "Výskum podmienok degradácie a pokles životnosti dopravníkových pásov potrubných dopravníkov s použitím progresívnych matematických a simulačných metód pre zvýšenie spoľahlivosti" a APVV Projekt SK-SRB-0034-09 s názvom "Návrh logistického modelu ťažobného podniku s aplikáciou princípov dopravnej a reverznej logistiky".

#### Literatúra:

- [1] Boroška, J., Hulín, J. Lesňák, O.: Oceľové laná. Alfa Bratislava 1982, 479 s.
- [2] Boroška, J. : Optimalizácia prierezu a návrh konštrukcií oceľových lán. Hutnícké listy, 1992, ročník 47, číslo3, s. 41 – 45.
- [3] Stanová, E., Molnár, V. : The Steel Rope and the Possibilities of the Matematical Modeling. Transactions of the Universities of Košice 2003/3, s. 10 – 14.
- [4] Molnár, V. : Využitie výpočtovej techniky pri navrhovaní oceľových lán a modelovanie ich namáhania. Mimoriadne číslo Doprava a logistika 2004/5/6, s. 27 – 34.
- [5] Stanová, E., Fedorko, G. : Matematický model protismerného oceľového lana. In: Aplimat 2004, 3 rd international conference, STU Bratislava 2004, s. 879 – 882 .
- [6] Žitkov, E. J., Pospechov, F. P. : Staľnyje kanaty podjemetnotransportnych mašin. Metalurgizdat Moskva, 1953.
- [7] Katalóg oceľových lán. Drôtovňa, a.s. Hlohovec 1999.

**Recenzia/Review:** doc. Ing. Vierošlav Molnár, PhD.